

TUGAS AKHIR
ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA



Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

ADIK NOFA ROCHMA WAHYU ARDIANTO

NIM : D 200 11 0038

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 Mei 2016

Yang Menyatakan



Adik Nofa Rochma Wahyu Ardianto

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA”** telah disetujui dan telah diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersembahkan Oleh :

Nama : ADIK NOFA ROCHMA WAHYU ARDIANTO

NIM : D 200 11 0038

Disetujui pada :

Hari : Selasa


Tanggal : 19 Juli 2016

Pembimbing Utama



(Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D)

Pembimbing Pendamping



(Ir. Agus Hariyanto, MT)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**" telah dipertahankan dihadapan tim penguji yang telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **ADIK NOFA ROCHMA WAHYU ARDIANTO**


NIM : **D 200 11 0038**

Disetujui pada,

Hari : Rabu

Tanggal : 20 Juli 2016

Tim Penguji :

Ketua : **Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D** ()

Anggota 1 : **Ir. Agus Hariyanto, MT** ()

Anggota 2 : **Bambang Waluyo Febriantoko, ST, MT** ()

Dekan

Ketua Jurusan



Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D

Tri Widodo Besar R, ST, M.Sc, Ph.D

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 324/A.3-II/TM/TA/X/2015. Tanggal 8 Oktober 2015...

dengan ini :

Nama : Agus Dwi Anggono, Ph.D
Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Adik Nofa Rochma Wahyu Ardianto
Nomor Induk : D 200 110 038
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE ELEMEN
Rincian Soal/Tugas : HINGGA

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, ...8.Oktober.2015.....

Pembimbing



Agus Dwi Anggono, Ph.D

Cc. : Agus Hariyanto, Ir. MT

Lektor

Keterangan :

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajar

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

HALAMAN MOTTO

Menuntut ilmu adalah taqwa, menyampaikan ilmu adalah ibadah,
mengulang-ulang ilmu adalah zikir, mencari ilmu adalah jihad.

(Imam Al Ghazali)

Jenius adalah 1% inspirasi dan 99% keringat. Tidak ada yang dapat
menggantikan kerja keras. Keberuntungan adalah sesuatu yang terjadi
ketika kesempatan bertemu dengan kesiapan.

(Thomas A. Edison)

ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Adik Nofa Rochma W. A, Agus Dwi Anggono, Agus Hariyanto

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

Email : adiknofa@gmail.com

ABSTRAK

Dalam perkembangan kedirgantaraan desain kelayakan kecelakaan (crashworthiness) menjadi perhatian utama dalam keselamatan penerbangan. Struktur badan pesawat memainkan peranan penting dalam menyerap energi saat kecelakaan. Penelitian tugas akhir bertujuan untuk mengetahui fenomena uji jatuh pada badan pesawat, mengetahui deformasi yang terjadi pada struktur badan pesawat, mengetahui pengaruh posisi jatuh badan pesawat terhadap tegangan regangan yang dihasilkan pada struktur badan pesawat.

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan sudut jatuhnya badan pesawat yaitu pada posisi vertikal atau 0° dan posisi jatuh dengan sudut kemiringan 15° . Desain pembuatan badan pesawat menggunakan software solidworks 2012. Setelah desain sudah siap kemudian disimulasikan dengan menggunakan software abaqus 6.12-1.

Dari hasil simulasi didapatkan fenomena perubahan bentuk atau deformasi pada struktur badan pesawat ketika terjadi kontak dengan rigid ground. Semakin besar deformasi yang terjadi menunjukkan kemampuan rangka dalam menyerap tumbukan akan semakin besar. Hal itu terjadi karena deformasi dipengaruhi energi dalam dan energi regangan. Dari variasi posisi jatuh menghasilkan kemampuan rangka dalam menahan beban tumbukan selama periode waktu 4-8 detik dan deformasi maksimum mencapai waktu 12 detik. Pengujian pada posisi jatuh vertikal dan posisi jatuh sudut 15° menghasilkan tegangan regangan tertinggi. Tegangan tertinggi pada bagian struts 483 MPa, 400.78 MPa pada bagian skin, 358.28 MPa pada lantai dan 483 MPa pada frame bagian kargo.

Kata kunci : Badan Pesawat, Metode Elemen Hingga, Uji Jatuh

A DROP TEST ANALYSIS OF THE R80 FUSELAGE WITH THE FINITE ELEMENT METHODE

Adik Nofa Rochma W. A, Agus Dwi Anggono, Agus Hariyanto
Mechanical Engineering Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura
Email : adiknofa@gmail.com

ABSTRACT

In aerospace development, feasibility accidents design or crashworthiness is a major concern in aviation safety. Fuselage structure plays an important role in absorbing energy during an accident. The research aims are to determine drop test phenomenon on the fuselage, to investigate deformation occurred in the structure of the fuselage, to know the influence of the airframe falls position to the stress strain which occurred in the structure of the fuselage.

This research was conducted by varying the fall angle of the fuselage in a vertical position or 0° and 15° . Fuselage design was modeled by using SolidWorks. Then the model is imported to the Abaqus for drop test simulation.

From the simulation results, it can be obtained the phenomena of deformation on the structure of the fuselage when it comes in contact with the rigid ground. The high deformation occurs shows the structure capabilities in order to absorb the impact. It could be happened because the deformation is influenced by internal energy in and strain energy. The various positions shows the structure capability in order to withstand impact loads during periods of 4-8 seconds and the maximum deformation was reached in 12 seconds. The experiment on the vertical position and the position falls of 15° angle was delivered the highest stress strain. The stress was 483 MPa in struts section, 400.78 MPa in skin section, 358.28 MPa in the floor and 483 MPa in the cargo frame section.

Keyword : The Fuselage, Finite Element Method, Drop test

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT, beserta Rasulnya, bangga, haru, serta bahagia yang mendalam setelah melewati berbagai cobaan, halangan maupun rintangan dalam perjuangan yang panjang, saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak Edy Sutopo dan Ibu Kustini saya tercinta yang selalu mendoakan, memberi dukungan secara finansial, tenaga serta dorongan sepanjang waktu sampai mengantarkan saya sebagai seorang sarjana Teknik Mesin.
2. Adikku tersayang yang selalu member dukungan dan semangat setiap waktu.
3. Sahabat dan teman seperjuangan Agus terimakasih atas kerja samanya selama penelitian.
4. Semua teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011 terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh masa perkuliahan yang selalu memberikan pelajaran berharga yang tidak bisa dinilai dengan materi, sehingga penulis bisa sampai pada titik ini.
5. Terimakasih pula kepada teman-teman kost abadi 2 yang telah mengajarkan arti kebersamaan dalam hidup.
6. Laboratorium komputer teknik mesin, Badan eksekutif mahasiswa fakultas teknik yang telah menjadi tempat dalam kampus untuk menempa diri, meraih pengalaman dan ilmu selama perkuliahan.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas akhir berjudul **“ANALISIS UJI JATUH BADAN PESAWAT R80 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA”** dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar R., ST, MSc., Ph.D, selaku jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D, selaku Dosen pembimbing utama yang telah membimbing serta bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan penjelasan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Agus Hariyanto, MT, selaku Dosen pembimbing pendamping yang telah bersedia memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini
5. Bapak Nur Aklis, ST, M.Eng, selaku Dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan masukan dan arahan selama proses perkuliahan.
6. Bapak dan ibu tercinta yang selalu memberikan doa beserta dukungannya, perhatian serta kasih sayang yang begitu istimewa dan sangat luar biasa.
7. Teman seperjuangan teknik mesin angkatan 2011 yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis

8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan terimakasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan banyak terima kasih. Semoga semua amal baik yang diberikan semua pihak kepada penulis akan mendapat balasan yang lebih baik dan sempurna dari Allah SWT.

Surakarta, 20 Mei 2016



Adik Nofa Rochma Wahyu Ardianto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
ABSTRAK	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Badan Pesawat (<i>fuselage</i>)	8
2.2.2. Pengujian Jatuh (<i>drop test</i>)	11
2.2.3. Teori Elastisitas dan Plastisitas	12
2.2.4. Metode Elemen Hingga	22
2.2.5. Teori Dasar Benda Jatuh	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	32
3.2. Spesifikasi Komputer	33
3.3. Gambar <i>Reserve</i>	33
3.4. Pembuatan Geometri.....	34
3.5. Memasukan Properti Material	36
3.6. Proses <i>Meshing</i>	37
3.7. Proses Assembly	37
3.8. Kondisi Batas (<i>Boundary Condition</i>)	38
3.9. Proses Simulasi	40
3.10. Visualisasi Hasil	41

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Data Profil Badan Pesawat R80.....	42
4.2. Analisis Hasil Simulasi	43
4.2.1. Hasil Simulasi	44

4.2.1.1.	Posisi Badan Pesawat Sebelum Terjadi Benturan.....	44
4.2.1.2.	Posisi Badan Pesawat Ketika Mulai Menyentuh <i>Rigid Ground</i>	45
4.2.1.3.	Posisi Badan Pesawat Ketika Mengalami Benturan Keras.....	47
4.2.1.4.	Posisi Badan Pesawat Ketika Mengalami Deformasi Elastis.....	48
4.2.1.5.	Posisi Badan Pesawat Ketika Mengalami Deformasi Elastis-plastis	49
4.2.1.6.	Posisi Badan Pesawat Ketika Mengalami Deformasi Plastis.....	51
4.3.	Pembahasan Hasil Simulasi	52
4.3.1.	Hubungan Tegangan Regangan Yang Terjadi PadaKomponen-komponen Dari Struktur Badan Pesawat Dan Grafik Penyerapan Energi Dari Hasil Simulasi.....	53
4.3.1.1.	Hubungan Tegangan Terhadap Regangan Pada <i>Frame</i> Bagian Kargo Elemen 117571	53
4.3.1.2.	Hubungan Tegangan Terhadap Regangan Pada Bagian <i>Sturts</i> Elemen 72892	55

4.3.1.3.	Hubungan Tegangan Terhadap Regangan Pada Bagian <i>Skin</i> Elemen 115210	57
4.3.1.4.	Hubungan Tegangan Terhadap Regangan Pada Bagian Lantai Elemen 120043	59
4.3.1.5.	Hubungan Antara Energi Dalam Terhadap Waktu	61
4.3.1.6.	Hubungan Antara Energi Regangan Terhadap Waktu	62
4.3.1.7.	Hubungan Antara Energi Kinetik Terhadap Waktu	63

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Badan pesawat tipe <i>warren truss</i>	9
Gambar 2.2. Badan pesawat tipe <i>monocoque</i>	10
Gambar 2.3. Badan pesawat tipe semi- <i>monocoque</i>	11
Gambar 2.4. Skema pengujian jatuh badan pesawat	11
Gambar 2.5. Gambar ilustrasi regangan	15
Gambar 2.6. Diagram tegangan-regangan	19
Gambar 2.7. Garis Modulus	20
Gambar 2.8. Jenis kurva tegangan-regangan	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2. Sketsa badan pesawat R80	33
Gambar 3.3. Desain badan pesawat R80 untuk simulasi	34
Gambar 3.4. Hasil <i>import</i> pada <i>producing geometry</i>	35
Gambar 3.5. <i>Rigid ground</i>	35
Gambar 3.6. Hasil proses <i>meshing</i>	37
Gambar 3.7. Hasil <i>assembly</i> badan pesawat dengan <i>rigid ground</i>	38
Gambar 3.8. Kondisi batas untuk komputasi	39
Gambar 3.9. Gambar visualisasi hasil pengujian	41
Gambar 4.1. Model badan pesawat dengan posisi jatuh berbeda	42
Gambar 4.2. Posisi badan pesawat sebelum terjadi benturan (a) Model A (b) Model B	45

Gambar 4.3. Posisi badan pesawat mulai menyentuh <i>rigid ground</i>	
(a) Model A (b) Model B.....	46
Gambar 4.4. Posisi badan pesawat ketika mengalami benturan keras	
(a) Model A (b) Model B.....	48
Gambar 4.5. Posisi badan pesawat ketika mengalami deformasi elastis	
(a) Model A (b) Model B	49
Gambar 4.6. Posisi badan pesawat ketika mengalami deformasi	
elastis-plastis (a) Model A (b) Model B	50
Gambar 4.7. Posisi badan pesawat ketika mengalami deformasi plastis	
(a) Model A (b) Model B.....	52
Gambar 4.8. Posisi frame bagian kargo elemen 117571	
(a) Model A (b) Model B.....	53
Gambar 4.9. Grafik hubungan tegangan terhadap regangan	
pada frame bagian kargo elemen 117571	54
Gambar 4.10. Posisi <i>struts</i> elemen 72892 (a) Model A (b) Model B	55
Gambar 4.11. Grafik hubungan tegangan terhadap regangan	
pada bagian <i>struts</i> elemen 72892.....	56
Gambar 4.12. Posisi <i>skin</i> elemen 115210 (a) Model A (b) Model B.....	57
Gambar 4.13. Grafik hubungan tegangan terhadap regangan	
pada <i>skin</i> elemen 115210.....	58
Gambar 4.14. Posisi rantai elemen 120043 (a) Model A (b) Model B ..	59
Gambar 4.15. Grafik hubungan tegangan terhadap regangan	
pada bagian rantai elemen 120043.....	60

Gambar 4.16. Grafik hubungan antara energi dalam terhadap waktu . 61

Gambar 4.17. Grafik hubungan antara energi regangan terhadap
waktu 63

Gambar 4.18. Grafik hubungan antara energi kinetik terhadap
waktu 64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sifat mekanik alumunium	36
Tabel 3.2. Definisi kondisi batas	39

DAFTAR SIMBOL

σ_{eng}	= <i>Engineering stress</i>	(MPa)
F	= Gaya	(N)
A_0	= Luas permukaan awal	(mm ²)
σ	= True stress	(MPa)
ϵ_{eng}	= Engineering strain	
Δl	= Perubahan panjang	(mm)
l_0	= Panjang mula-mula	(mm)
l	= Panjang setelah diberi gaya	(mm)
ϵ	= True strain	
P	= Beban	(N)
A	= Luas permukaan	(mm ²)
L	= Panjang awal	(mm)
E	= Modulus Elastisitas	(N/m ²)
$\{F\}$	= Gaya luar yang diberikan pada struktur	
$\{K\}$	= Matrik kekakuan elemen	
$\{u\}$	= Perpindahan (displacement)	
ν	= Poisson ratio untuk material	
$\{ \}$	= Vektor tegangan	
$\{ \}$	= Vektor regangan	
$[D]$	= Matrik sifat elastik untuk regangan bidang	
V	= Kecepatan akhir benda	(m/s)

t	= Waktu	(s)
S	= Jarak yang dilalui benda	(m)
a	= Percepatan yang dialami benda	(m/s ²)
g	= Percepatan gravitasi	(m/s ²)
h	= ketinggian benda	(m)
vt	= Kecepatan pada saat t	(m/s)
Em	= Energi mekanik	(N.m)
Ep	= Energi potensial	(N.m)
Ek	= Energi kinetik	(N.m)